

ЛАЗЕРНАЯ ДЕЗАКТИВАЦИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТВЭЛОВ

В.А. Хан¹, В.Ф. Мышкин¹, Д.М. Хорохорин^{1,2}, М.С. Кузнецов¹

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

² Федеральное государственное унитарное предприятие «Горно-химический комбинат»,

Россия, г. Железногорск, ул. Ленина, 53, 662972

E-mail: dmh1@tpu.ru

В настоящее время перспективны ядерные реакторы 4-го поколения, такие как быстрые натриевые, использующие мокс-топливо. Производство мокс-топлива имеет множество технологических особенностей и контрольных операций, не характерных для технологии топлива на основе UO_2 .

Мокс-топливо содержит плутоний, который в ~ 180000 раз активнее природного урана, претерпевающий в основном α -распад. Поэтому попадание мельчайших частиц топлива на внешнюю поверхность трубки твэла, вносит большое α -загрязнение. Поэтому при производстве твэлов с мокс-топливом требуется контроль поверхностного загрязнения α -активными радионуклидами.

При загрузке трубки топливным столбом микрочастицы топлива могут попасть на торец трубки. При последующей приварке заглушки возможно попадание микрочастиц в сварной шов заглушки. Загрязнение твэла представляет из себя микрочастицы мокс-топлива находящиеся на поверхности трубки, а также включенные в объем сварочного шва заглушки твэла.

Известна технология дезактивации трубки твэла, включающая протирку поверхности твэла через тканевые чистящие элементы картриджа [патент РФ №2605540]. Однако, метод не обеспечивает удаление радиоактивных пылинок, частично утопленных в объем сварного шва заглушки твэла.

Для дезактивации сварного шва предлагается использовать лазерное испарение поверхности оболочки твэла. Задача исследования – оптимизация параметров лазерных импульсов, позволяющих максимально уменьшить активность сварного шва трубки твэла при минимальном увеличении шероховатости поверхности трубки.

Стальные сплавы и оксиды урана, плутония отличаются теплоемкостью, температурами плавления и кипения. Селективному испарению микрочастиц оксидов способствует их меньшая теплопроводность и высокий коэффициент поглощения лазерного излучения на рабочей длине волны. Металлы и оксиды металлов нагреваются с разной скоростью из-за того, что имеют разные показатели преломления и теплопроводность. Это позволяет селективно испарять внедренные в металл микрочастицы оксидов, находящихся в поверхностных слоях сварного шва.

Для экспериментальных исследований использованы импульсный лазер на стекле с неодимом, линза, позиционирующее устройство с закрепленной пластиной, имитирующей сварной шов твэла.

В докладе обсуждаются экспериментальные результаты и модель процессов, протекающих на поверхности сварного шва, в объеме которого содержатся полупроводниковые микрочастицы, при облучении импульсным лазерным излучением. Контроль остаточной активности поверхности проводили с помощью гамма-спектрометра. Кратеры, образующиеся на поверхности металла при облучении фокусированным лазерным излучением, рассматривали с различным увеличением с помощью сканирующего электронного микроскопа. Глубину кратера на поверхности трубки твэла оценивали с помощью оптического профилометра.